

ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА КРИТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА

А.Ф. КАПИТАНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

В исследовании [1] установлено неблагоприятное для процесса вытягивания положение сечения поля вытягивания, в котором доли медленно и быстро движущихся волокон равны. Цель настоящей работы состояла в анализе области поля, прилегающей к этому сечению.

Метод фрактального анализа процесса вытягивания [2] позволяет рассматривать каждую из групп волокон, имеющих скорость либо питающих органов, либо скорость выпускной пары, как два кластера, проникающих друг в друга в пространстве поля. В сечении мычки кластер проявляется в компактности расположения и связности группы волокон, имеющих одну из указанных выше скоростей.

Количественной оценкой, характеризующей факт наличия (или отсутствия) такого кластера для медленно движущихся волокон, является соотношение:

$$K_{\text{медл}}(y) = \frac{n_{\text{медл}}(y)}{n_{\text{общ}}(y)}, \quad (1)$$

а для кластера быстро движущихся волокон:

$$K_{\text{быстр}}(y) = \frac{n_{\text{быстр}}(y)}{n_{\text{общ}}(y)}, \quad (2)$$

где $n_{\text{медл}}(y)$, $n_{\text{быстр}}(y)$, $n_{\text{общ}}(y)$ – соответственно число медленных, быстрых и общее число волокон в сечении мычки поля вытягивания, отстоящего на расстоянии y от диаметральной плоскости выпускных валика и цилиндра.

Известно [3], что величины $k_{\text{медл}}(y)$ и $k_{\text{быстр}}(y)$ по своей природе случайны. Среднее значение каждой из них равно 0,59, а их предельные значения определяются из соотношений:

$$k'_{\text{медл}}(y) = \bar{k}_{\text{медл}}(y) \pm 3G/n_o(y)^{0.5v}, \quad (3)$$

$$k'_{\text{быстр}}(y) = \bar{k}_{\text{быстр}}(y) \pm 3G/n_o(y)^{0.5v}, \quad (4)$$

где $\bar{k}_{\text{медл}}(y)$, $\bar{k}_{\text{быстр}}(y)$ – средние значения, $G = 0,54$; $v = 1,3$ [4].

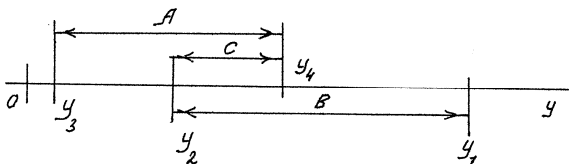


Рис. 1

Формулы (3) и (4) дают возможность расчета величин y , которые характеризуют положения границ соответствующих кластеров по величинам $n_{\text{медл}}(y)$, $n_{\text{быстр}}(y)$. Эти соотношения свидетельствуют о наличии для каждого из кластеров двух границ, в пределах которых существование кластеров случайно (рис. 1).

Для сечений поля вытягивания, положение которых характеризуется условием $y > y_1$, существует исключительно кластер медленно движущихся волокон. Для сечений поля вытягивания $y < y_2$ этот кластер отсутствует, а в пределах интервала $|y_1 - y_2|$ существует эпизодически.

Кластер быстро движущихся волокон всегда имеет место в пределах $y < y_3$, он отсутствует при $y > y_4$ и существует эпизодически на интервале $|y_4 - y_3|$.

Назовем область поля вытягивания, расположенную в пределах $|y_1 - y_3|$, критической, так как стабильное преимущественное влияние одной из групп волокон на неконтролируемые волокна в этой области отсутствует, что вызывает случайность в поведении последних.

Взаимное наложение областей существования двух кластеров в критической области приводит к выводу о том, что в ее пределах существуют область А с эпизодически возникающим кластером быстро движущихся волокон; В – с эпизодически возникающим кластером медленно движущихся волокон и С, в пределах которой существуют оба кластера, но отдельно или одновременно во времени.

Наличие кластера волокон, движущихся с определенной скоростью, свидетельствует о его преимущественном влиянии на неконтролируемые волокна; отсутствие кластера – об отсутствии такого влияния; эпизодическое существование кластера предопределяет неопределенность их скорости.

В данной работе методом численного моделирования* определяли положения границ y_1 и y_3 , а также протяженность $S = y_2 - y_3$ критической области в зависимости от формы трех распределений волокон по длине $q(\ell)$, различающихся асимметрией $A(A_1=0,001; A_2=2,145; A_3=-1,145)$, линейной плотности утоняемого продукта ($T_1=400$ текс; $T_2=300$ текс и $T_3=200$ текс) и величины вытяжки E , изменяемой в пределах 6...10.

Было принято, что волокна следуют первому виду движения, распрямлены, а структурная неровнота не имеет места, при этом числа волокон, движущихся с разной скоростью, и общее число волокон по сечениям мычки определяли расчетным методом, изложенным в [1].

В табл. 1 приведены результаты определения границ y_1 и y_3 и протяженности критической области S .

*Расчеты выполнены Е.И. Кузнецовой

Таблица 1

Распределение волокон по длине	Линейная плотность утоняемого продукта, текс	Интервалы варьирования в зависимости от вытяжки		
		u_3	u_1	S
Симметричное	400	17,0-13,0*	2,0-1,0	15,0-12,0
	300	18,5-14,5	1,5-0,5	17,0-14,0
	200	21,5-17,0	1,5-0,5	20,0-16,5
С правой асимметрией	400	13,5-10,0	1,5-0,5	12,9-9,5
	300	14,0-11,0	1,5-0,5	12,5-10,5
	200	16,0-13,0	1,0-0,5	15,0-12,5
С левой асимметрией	400	21,0-16,5	2,5-1,0	18,5-15,5
	300	23,0-18,0	2,0-1,0	21,0-17,0
	200	26,0-21,0	2,0-1,0	24,0-20,0

Примечание. * Первая цифра соответствует вытяжке 6,0; вторая – 10,0.

Эти данные показывают, что с увеличением вытяжки границы критической области u_3 и u_1 приближаются к диаметральной плоскости выпускных валика и цилиндра; с увеличением линейной плотности утоняемого продукта граница u_3 приближается, а граница u_1 имеет тенденцию к удалению от диаметральной плоскости, при этом протяженность S уменьшается; форма распределения волокон по длине влияет на исследуемые критерии; по совокупности их значений распределение волокон по длине с правой асимметрией ведет к уменьшению величин u_3 , u_1 и S.

Установлено, что вне зависимости от вида распределения волокон по длине и от линейной плотности утоняемого продукта зависимость каждого из трех критериев от вытяжки описывается уравнением вида

$$Z(E) = AE^{-B}, \quad (5)$$

где $Z(E)$ – обобщенное обозначение анализируемых критериев; A, B – эмпирические коэффициенты.

Для варианта с минимальным интервалом варьирования протяженности критической области (распределение волокон по длине с правой асимметрией, T = 400 текс) зависимости представлены на рис. 2.

Часть критической области C особо неблагоприятна для процесса вытягивания из-за нестабильности кластеров. В табл. 2 приведены значения ее границ u_2 , u_4 и протяженности S_C . Представленные результаты указывают на наличие вытяжки, минимизирующей величину S_C .

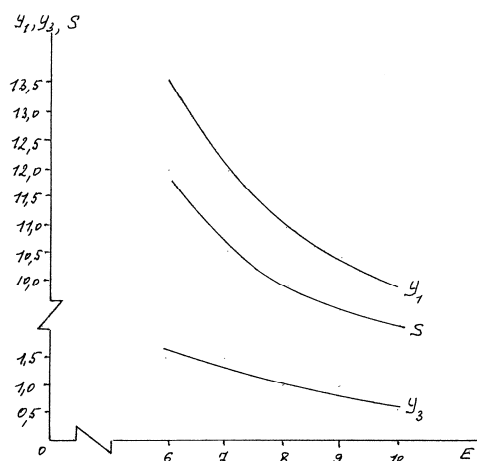


Рис. 2

Таблица 2

Вытяжка	u_2 , мм	u_4 , мм	S_C , мм
6	3,5	7,5	4,0
7	3,5	6,5	3,0
8	3,0	6,5	3,5
9	2,5	6,5	4,0
10	2,0	6,0	4,0

ВЫВОДЫ

1. Границы критической области вытяжного прибора обосновывают положение конструктивных элементов прибора для контроля за движением волокон и минимизации неровноты от вытягивания.

2. Метод позволяет обосновать с учетом других, влияющих на неровноту продукта факторов, желательное распределение волокон по длине, а также оптимальные величины вытяжек и линейных плотностей утоняемого продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зотиков В.Е., Будников В.И., Трыков П.П. Основы прядения волокнистых материалов. – М.: Гизлегпром, 1959.

2. Данилова С.А. Разработка технологии эмульсирования химического жгута на штапельных машинах: Дис...канд. техн. наук. – М., 1998.

3. Эфрос А.Л. Физика и геометрия беспорядка. – М.: Наука, 1982.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти.
Поступила 02.10.06.
